



# ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1200 Wien, Dresdner Straße 87

Kanzleigeühr € 11,00

Gebührenfrei

gem. § 14, TP 1. Abs. 3

Geb. Ges. 1957 idgF.

Aktenzeichen **A 1486/2002**

Das Österreichische Patentamt bestätigt, dass

**die Firma AKG Acoustics GmbH  
in A-1230 Wien, Lemböckgasse 21-25,**

am **1. Oktober 2002** eine Patentanmeldung betreffend

**"Mikrofone mit untereinander gleicher Empfindlichkeit",**

überreicht hat und dass die beigeheftete Beschreibung samt Zeichnungen mit der ursprünglichen, zugleich mit dieser Patentanmeldung überreichten Beschreibung samt Zeichnungen übereinstimmt.

Österreichisches Patentamt

Wien, am 22. Juli 2003

Der Präsident:

i. A.



**HRNCIR**  
Fachoberinspektor



031871

**A1486/2002**  
**AT PATENTSCHRIFT**

(51) Int. Cl. :

(11) Nr.

**Urtext**

*(Bei der Anmeldung sind nur die eingerahmten Felder auszufüllen - bitte fett umrandete Felder unbedingt ausfüllen!)*

(73)	Patentinhaber: <b>AKG Acoustics GmbH</b> <b>Wien (AT)</b>
(54)	<b>Titel:</b> <b>Mikrofone mit untereinander gleicher Empfindlichkeit</b>
(61)	Zusatz zu Patent Nr.
(66)	Umwandlung von <b>GM</b> /
(62)	gesonderte Anmeldung aus (Teilung): <b>A</b>
(30)	Priorität(en):
(72)	<b>Erfinder:</b>

(22) (21) Anmeldetag, Aktenzeichen: , **A** /

(60) Abhängigkeit:

(42) Beginn der Patentdauer:  
Längste mögliche Dauer:

(45) Ausgabetag:

(56) Entgegenhaltungen, die für die Beurteilung der Patentierbarkeit in Betracht gezogen wurden:

## Mikrofone mit untereinander gleicher Empfindlichkeit

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Mikrofonen mit untereinander gleicher Empfindlichkeit, wobei die Mikrofone jeweils eine Mikrofonkapsel und einen  
5 Verstärker aufweisen, und solche Mikrofone.

Im Stand der Technik bestehen Mikrofone aus einer Mikrofonkapsel und einen möglichst unmittelbar daran angeschlossenen Mikrofonverstärker, im folgenden meist nur „Verstärker“ genannt. Die Mikrofonkapsel dient der Umwandlung der Schallwellen in  
10 elektrische Spannung, der Mikrofonverstärker der Verstärkung der aus der Mikrofonkapsel kommenden Spannung. Im allgemeinen wird die elektrische und konstruktive Verbindung von Mikrofonkapsel und Mikrofonverstärker kurz Mikrofon genannt.

Die zwei großen Einflußfaktoren für die Empfindlichkeit eines Mikrofons liegen in der  
15 Mikrofonkapsel und dem Mikrofonverstärker. Die Empfindlichkeitstoleranz der Mikrofonkapsel und die Verstärkungstoleranz des Verstärkers sind maßgebend für die Schwankungen der Empfindlichkeit von Mikrofon zu Mikrofon. Üblicherweise werden Toleranzen von etwa  $\pm 4$  dB vom vorgegebenen Empfindlichkeitswert als Standardtoleranz der Mikrofonempfindlichkeit, beispielsweise in der Automobilindustrie für  
20 Freisprechmikrofone, angenommen und auch akzeptiert. Wenn in der Serienproduktion eine geringere Abweichung gefordert wird, führt dies unmittelbar zu sehr hohem Aufwand, was wiederum zu einem empfindlichen Anstieg der Herstellungskosten führt. Die Erreichung von engeren Toleranzen der Mikrofonempfindlichkeit ist beispielsweise mit einer zeit- und ressourcenintensiven Selektion der fertigen Mikrofone realisierbar. Dabei  
25 wird die Empfindlichkeit jedes Mikrofons gemessen und je nach Resultat in vorgegebenen Empfindlichkeitsklassen eingeteilt. Das führt zu einem großen organisatorischen und meßtechnischen Aufwand und verteuert so die Produktion, abgesehen davon, dass Mikrofone, die außerhalb des vorgegebenen Empfindlichkeitsbereiches liegen, verschrottet werden müssen, da eine Korrektur nicht bzw. nicht mit vertretbarem Aufwand möglich ist.

30

Die rasant ansteigende Anwendung von Mikrofonen in Fahrzeugen und die immer höher werdenden Anforderungen an die Qualität der Mikrofone stellen die Mikrofonhersteller vor eine schwierige Aufgabe. So wurden in den letzten Jahren sogenannte Arraymikrofone

entwickelt. Sie weisen eine wesentlich bessere Richtwirkung als die bis jetzt bekannten Einzelmikrofone auf. Sie bestehen aus mehreren Einzelmikrofonen, die, um die angestrebte bessere Richtwirkung zu erzielen, elektronisch gesteuert werden. Um solche komplizierte elektronische Systeme fehlerfrei zu gestalten, ist es notwendig, Einzelmikrofone mit möglichst gleicher Empfindlichkeit zu verwenden. Derzeit werden zur Erreichung dieser engen Toleranzen die verwendeten Einzelmikrofone mit sehr hohem Aufwand vorselektiert und dann mit immer gleichen Verstärkern, die problemlos mit engen Toleranzen herstellbar sind, kombiniert, da aus den oben genannten Gründen die Toleranzbereiche der gemeinsam zu verwendenden Einzelmikrofone wesentlich enger als sonst üblich sein müssen, nämlich im Bereich von  $\pm 1,5$  dB. Bei einer weiteren Verringerung der Abweichung der Einzelmikrofone voneinander steigt der logistische Aufwand stark überlinear an, was zu einer prohibitiven Kostenexplosion führt und bisher jede großtechnische Realisierung der Herstellung von Mikrofonen mit untereinander derart gleicher Empfindlichkeit verhindert.

15

Es ist das Ziel der Erfindung, derartige Mikrofone auf einfache und kostengünstige Weise zu bauen, um so auch bei sehr engen vorgegebenen Toleranzen der Empfindlichkeiten von Mikrofonen wirtschaftlich vertretbare Ergebnisse zu erzielen.

20 Um derartige enge Schranken einfach und billig einhalten zu können, schlägt die Erfindung vor, dass der Mikrofonverstärker einstellbar ausgebildet ist und bei der Herstellung des Mikrofons auf den Wert eingestellt wird, durch den in Kombination mit der Kapselempfindlichkeit die vorgegebene Empfindlichkeit der Mikrofons erhalten wird.

25 Moderne Mikrofonverstärker werden als integrierte Schaltungen von mehreren Herstellern als standardisierte elektronische Komponenten angeboten. Einige dieser Verstärker sind so ausgeführt, dass ihre Verstärkung mit einer von Außen angelegten Gleichstromspannung in einem vorgegebenen Bereich eingestellt werden kann. Diese Einstellung kann entweder mit einem Widerstandsnetzwerk oder mit einem Potentiometer vorgenommen werden.

30 Solche Verstärker werden dort eingesetzt, wo eine genau einstellbare und/oder leicht veränderbare Verstärkung erwünscht ist. Das sind hauptsächlich elektronische Geräte mit großem elektronischen Integrationsfaktor wie Fernseh- und Hi-Fi-Geräte.

Es ist ohne größeren Aufwand möglich, einen derartigen Verstärker im Gehäuse eines Mikrofons unterzubringen, da seine Masse und seine Abmessungen wesentlich kleiner sind als die üblicher, diskret aufgebauter Verstärker. Grundsätzlich wird die Mikrofonkapsel dann auf einen Print gelötet, der neben elektronischen Bauelementen, die für die

5 Verstärkerfunktion notwendig sind, auch ein elektronisches Netzwerk aus passiven Bauelementen, beispielsweise ein Widerstandsnetz, aufweist. Das Widerstandsnetz ist am elektrischen Kontrollkreis des Verstärkers angeschlossen und jede Veränderung des Widerstandswertes beeinflusst die Verstärkung des Verstärkers und damit die Empfindlichkeit des Mikrofons. Der Zusammenbau des Mikrofons wird so vorgenommen,

10 dass die Beeinflussung des Widerstandsnetzes mit Hilfe eines Lasers durch die Öffnungen im Mikrofongehäuse möglich ist.

Die passiven Bauelemente können auch kapazitive bzw. induktive Elemente, Kondensatoren oder Spulen, sein, doch werden aus Kostengründen Ohm'sche Widerstände

15 bevorzugt, im folgenden wird daher aus Gründen der besseren Lesbarkeit überwiegend nur von Widerständen gesprochen.

Die Abstimmung des Mikrofons wird am Meßplatz in einer geregelten Meßschleife vorgenommen. Es wird die Empfindlichkeit des Mikrofons gemessen und danach werden

20 die überflüssigen passiven Bauelemente, zumeist Widerstände, oder die elektrischen Leiter zu den jeweiligen passiven Bauelementen, per Laser von außen weg gebrannt. So wird die Verstärkung des Verstärkers und damit die Empfindlichkeit des Mikrofons auf den gewünschten Wert gebracht.

Es ist so auf kostengünstige Weise und mit einfachster Logistik auch bei Großserien möglich, eine Empfindlichkeit zu erzielen, die bei allen Mikrofonen auch in engsten Schranken gleich ist, ohne die üblichen breiten Toleranzen. Es bleiben nur noch minimale Schwankungen, die von der Genauigkeit der geregelten Kontrollspannung des integrierten Verstärkers kommen, in erster Linie von der Anzahl der zur Regelung zur Verfügung

30 stehenden Widerstände.

Die Erfindung wird anhand eines Beispiels näher erläutert. Dabei zeigt die Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau eines Mikrofons gemäß dem Stand der Technik,

die Fig. 2 den prinzipiellen Aufbau eines Arraymikrofons gemäß dem Stand der Technik, die Fig. 3 den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen Mikrofons und die Fig. 4 ein Beispiel eines erfindungsgemäßen passiven Netzwerkes.

- 5 Aus Fig. 1 geht der rein prinzipielle Aufbau eines Mikrofons 1, bestehend aus einer Mikrofonkapsel 2 und einem Verstärker 3 hervor. Die Fig. 2 zeigt die Anordnung mehrerer derartiger Mikrofone  $1'$ ,  $1''$ ,  $1^n$  etc. in einem Arraymikrofon 4 mit einer gemeinsamen elektronischen Kontrolleinheit 5.
- 10 Die Fig. 3 zeigt rein schematisch ein erfindungsgemäß ausgebildetes Einzelmikrofon 1: Es besteht wie üblich aus einer Mikrofonkapsel 2 und einem Verstärker 3, doch ist letzterem ein Widerstandsnetzwerk 6 zugeordnet, dessen Gesamtwiderstand veränderbar ist. Durch die Änderung dieses Gesamtwiderstandes ist es möglich, die Verstärkung des Verstärkers und damit die Empfindlichkeit des Einzelmikrofons 1 auf gewünschte Weise zu
- 15 beeinflussen.

Aus der Fig. 4 ist ein Beispiel für den möglichen Aufbau eines erfindungsgemäßen Widerstandsnetzwerks 6 ersichtlich, bei dieser Ausführungsform sind mehrere Widerstände  $R_i$  parallel zueinander geschaltet, je nach dem Meßergebnis werden Widerstände (bzw. die

20 Leitungen zu den Widerständen) durch Bestrahlen mit einem Laserstrahl zerstört, sodass sich der Gesamtwiderstand des Netzwerks auf den Wert verändert, durch den das Einzelmikrofon in den gewünschten Empfindlichkeitsbereich kommt. Um hier mit einer möglichst geringen Zahl von Widerständen  $R_i$  bei bestmöglicher Anpassung des Gesamtwiderstandes auszukommen, gibt es verschiedene Strategien, die von der zu

25 erwartenden Streuung der Kapselempfindlichkeiten abhängen. So ist es möglich, die Widerstände nach einer geometrischen Reihe zu wählen:

$$R_1 : R_2 : R_3 : R_4 = 1 : 2 : 3 : 4.$$

- 30 Es ist auch möglich, die Widerstände untereinander möglichst gleich groß zu wählen:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4.$$

Es ist selbstverständlich nicht notwendig, eine dieser Strategien einzuhalten oder auch nur die Widerstände ausschließlich parallel zueinander anzuordnen, sie können ein regelrechtes Netzwerk bilden, das der Fachmann in Kenntnis der Erfindung und des jeweiligen Anwendungsfalles leicht auslegen kann.

5

Ein für die praktische Verwendung nicht unwesentliches Detail betrifft die Anordnung des Widerstandsnetzwerks und die Ausbildung des Gehäuses des Einzelmikrofons: Um die Handhabung zu erleichtern und kostengünstig zu ermöglichen, ist im Gehäuse eine Öffnung vorzusehen, durch die der Laserstrahl auf das Widerstandsnetzwerk gezielt  
10 einwirken kann. Ob diese Öffnung sodann verschlossen wird oder offen bleibt, hängt von der jeweiligen Einbausituation ab. Es ist für den Fachmann in Kenntnis der Erfindung ein Leichtes, einen zuverlässigen und doch kostengünstigen Verschuß zu schaffen, wenn einer benötigt wird.

15 Es ist bevorzugt, das Widerstandsnetzwerk 6 direkt auf der Platine des Verstärkers 3 anzuordnen, um Kontakte und Leitungen zu sparen, die Fig. 3, die das Widerstandsnetzwerk als eigenen Teil zeigt, ist auch in dieser Hinsicht eine rein schematische Darstellung.

20 Der Zusammenhang zwischen den deaktivierten Widerständen und der Veränderung der Empfindlichkeit des Mikrofons ist für den Fachmann auf dem Gebiete der Elektroakustik bekannt und kann von ihm in Kenntnis der Erfindung anhand der ihm zur Verfügung stehenden Mikrofonskapseln und Verstärker leicht ermittelt werden. In Kenntnis dieses Zusammenhanges werden Fall für Fall die Widerstände bestimmt, die ausgeschaltet  
25 werden müssen, um dem Mikrofon die gewünschte Empfindlichkeit zu verleihen.



## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von Mikrofonen (1) mit in engen Grenzen vorgegebener Empfindlichkeit, wobei die Mikrofone jeweils eine Mikrofonkapsel (2) und einen  
5 Verstärker (3) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass der Verstärker (3) ein Netzwerk (6) passiver Bauelemente, bevorzugt von Widerständen ( $R_i$ ), aufweist, dass die Empfindlichkeit des Mikrofons (1) gemessen wird und dass anschließend die passiven Bauelemente ausgeschaltet, bevorzugt mittels Laserstrahles zerstört, werden, durch deren Ausschaltung sich die Verstärkung des Verstärkers (3) so verändert, dass die Empfindlichkeit des  
10 Mikrofons (1) im gewünschten Bereich liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet dass die elektrischen Zuleitungen zu den auszuschaltenden passiven Bauelementen zerstört werden.
- 15 3. Mikrofon (1) mit in engen Grenzen vorgegebener Empfindlichkeit, wobei das Mikrofon eine Mikrofonkapsel (2) und einen Verstärker (3) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verstärker (3) ein Netzwerk (6) passiver Bauelemente, bevorzugt von Widerständen ( $R_i$ ), zugeordnet ist, und dass zumindest eines der passiven Bauelemente ausgeschaltet, beispielsweise zerstört, ist.  
20
4. Mikrofon nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausschaltung des ausgeschalteten Bauelementes durch Zerstörung seiner elektrischen Zuleitung erfolgte.
5. Mikrofon nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das passive Bauele-  
25 ment ein kapazitives und/oder induktives Bauelement ist.

# Zusammenfassung:

## Verfahren zur Herstellung von Mikrofonen mit in engen Grenzen vorgegebener Empfindlichkeit

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Mikrofonen (1) mit in engen Grenzen vorgegebener Empfindlichkeit, wobei die Mikrofone jeweils aus eine Mikrofonkapsel (2) und einen Verstärker (3) aufweisen.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass dem Verstärker (3) ein Netzwerk (6) passiver Bauelemente, bevorzugt von Widerständen ( $R_i$ ), zugeordnet ist, dass die Empfindlichkeit des Mikrofons (1) gemessen wird und dass anschliessend die passiven Bauelemente ausgeschaltet werden, durch deren Ausschaltung sich die Verstärkung des Verstärkers (3) auf gewünschte Weise verändert.

15

Die Erfindung betrifft auch ein Mikrofon (1) mit in engen Grenzen vorgegebener Empfindlichkeit, wobei das Mikrofon eine Mikrofonkapsel (2) und eine Verstärker (3) aufweist.

20 Ein solches Mikrofon ist dadurch gekennzeichnet, dass der Verstärker (3) ein Netzwerk (6) passiver Bauelemente, bevorzugt von Widerständen ( $R_i$ ), aufweist, und dass zumindest eines der passiven Bauelemente ausgeschaltet, beispielsweise zerstört, ist.

(Fig. 3)

25

Fig. 1

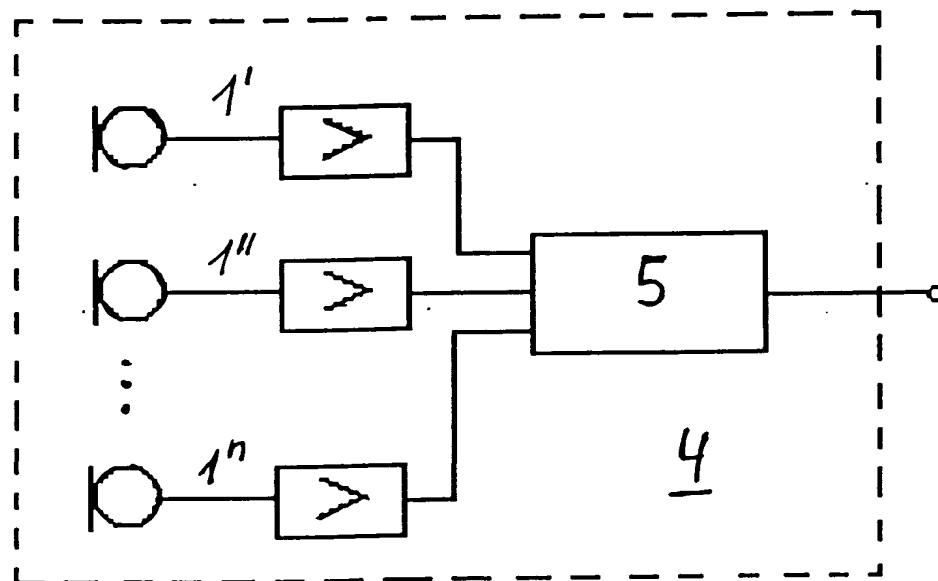
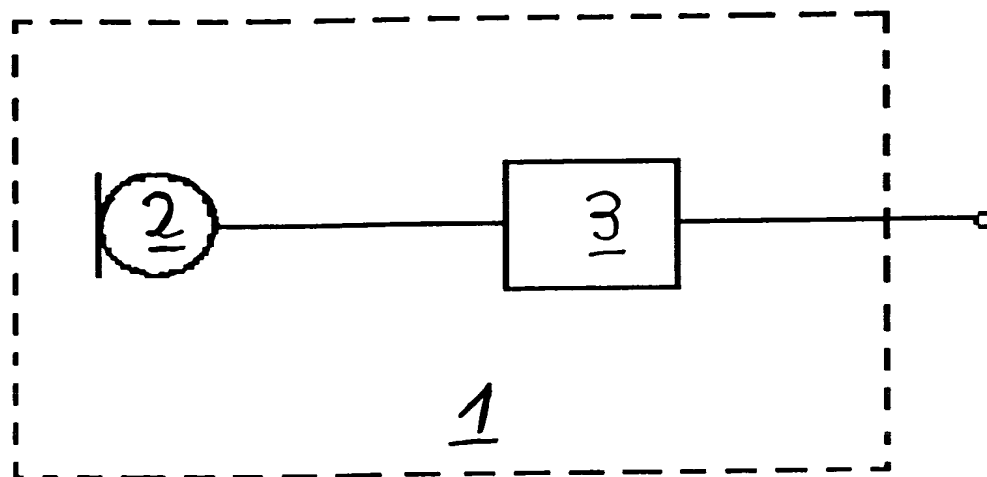


Fig. 2

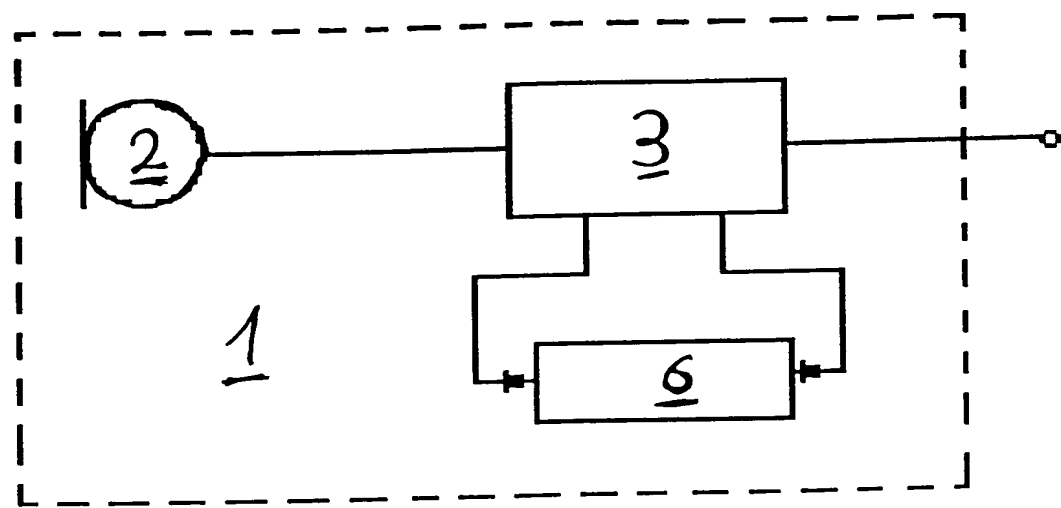
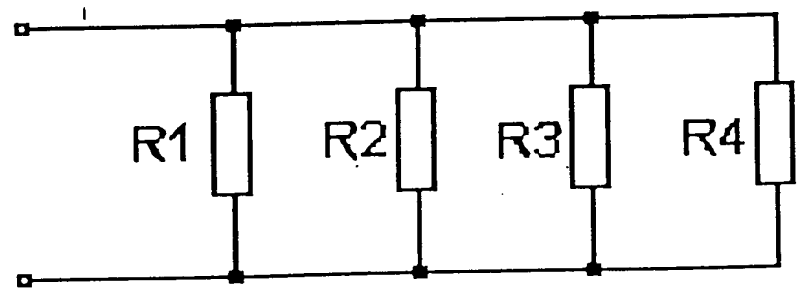


Fig.3



6

Fig.4